

**INTERAKSI JENIS KAIT DAN JARAK ANTAR KAIT  
TERHADAP KUAT LENTUR BALOK BETON BERTULANGAN  
BAMBU DENGAN PENGAIT**

**NASKAH TERPUBLIKASI  
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh  
gelar sarjana teknik



**ACHMAD ALI RIDHO  
NIM. 125060101111019**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2016**

# **Interaksi Jenis Kait dan Jarak Antar Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan Bambu Dengan Pengait**

Achmad Ali Ridho, Sri Murni Dewi, Christin Remayanti N.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 - Telp (0341)567886  
Email : [aliiridhoo@gmail.com](mailto:aliiridhoo@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Penggunaan balok beton bertulangan bambu dalam dunia konstruksi masih banyak menimbulkan keraguan. Keraguan timbul karena lekatan antara bambu dan semen kurang baik, selain itu bambu sangat higroskopis, sedang kandungan air pada bambu sangat mempengaruhi kembang susut, yang lebih lanjut akan mempengaruhi lekatan antara bambu dan beton. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada balok beton bertulangan bambu. Material yang digunakan sebagai kait bervariasi yaitu menggunakan bambu petung dan menggunakan kayu kamper sebagai jenis kait yang lain. Pada penelitian ini objek yang diamati yaitu, benda uji berupa balok dengan dimensi 18 x 28 x 160 cm. Balok Beton bertulangan bambu yang diberi pengait dengan jenis dan jarak yang telah ditetapkan. Balok diuji untuk mendapatkan kuat lentur, sedangkan tulangan bambu dengan pengait diuji pull-out untuk mendapatkan hasil tegangan lekat. Tulangan yang digunakan menggunakan bambu jenis petung, sedangkan jarak antar kait ditetapkan sebesar 6 cm dan 12 cm, dengan jenis kaitnya yaitu bambu petung itu sendiri serta kayu kamper. Selain variasi tentang jenis dan jarak kait, percobaan ini juga menggunakan variasi mutu beton yaitu 20 MPa dan 30 MPa serta variasi rasio tulangan 0,8% dan 1,6%. Karena banyaknya variasi yang digunakan, percobaan ini menggunakan metode statistik setengah faktorial dengan tujuan untuk memangkas jumlah benda uji yang akan dibuat. Hasil dari percobaan ini menggunakan metode tabel ANOVA diperoleh perhitungan  $F_{hitung}$  sebesar 0,015 dengan level of significance ( $\alpha$ ) = 0,05 diperoleh nilai  $F_{tabel} = F_{0,005; 3; 23} = 4,35$ . Karena nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  ( $0,015 < 4,35$ ), maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Sehingga tidak terdapat pengaruh signifikan interaksi jarak kait dengan jenis kait terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait.

Kata kunci: beton bertulang bambu, kait, pull-out, kuat lekat, kuat lentur

## **ABSTRACT**

*The use of concrete beam bamboo reinforced in the construction raises many doubts. Doubts arise because the bond between bamboo and cement is not good, other than that bamboo is very hygroscopic, while the water content in the bamboo flowers greatly affect shrinkage, which will further affect the bond between bamboo and concrete. Based on the problems described above, then on this research, the addition of concrete beams bertulangan latch on bamboo. The material used as hooks varies the use bamboo types petung and use camphor wood as other types of hooks. In this study, the object being observed, namely, test objects such as blocks with dimensions of 18 x 28 x 160 cm. Concrete beam bamboo reinforced by hook type and a set distance. The beams were tested to get a flexural strength, while bamboo reinforcement with pull-out test to get the sticky strength. Reinforcement used to use bamboo types petung, while the distance between the hooks set at 6 cm and 12 cm, with a kind of hook that is petung itself and camphor wood. In addition to a variety of types and spacing of hooks, this experiment also uses a variation of the quality of concrete is 20 MPa and 30 MPa and variations reinforcement ratio of 0.8% and 1.6%. Since there are many variations to use, this experiment using a half-factorial statistical methods with the aim to cut the number of test specimens to be created. The results of these experiments using ANOVA table calculations obtained  $F_{count}$  equal to 0.015 level of significance ( $\alpha$ ) = 0.05 was obtained value of  $F_{table} = F_{0,005; 3; 23} = 4.35$ . Because the value of  $F_{count} < F_{table}$  (0.015 < 4.35), then  $H_0$  rejected and  $H_1$  accepted. So there is no significant effect of interaction with the type of hooks within hooks against bending strength bertulangan bamboo beam with hooks.*

**Keywords:** *Concrete Bamboo Reinforced, Hooks, Pull-Out, Sticky Strength, Flexural Strength*

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan beton sebagai bahan bangunan juga telah lama dikenal. Beton mempunyai sifat getas, sehingga secara praktis kemampuan untuk menahan tegangan tarik relatif kecil. Untuk memperbaiki sifat beton yang getas tersebut maka kaitannya dengan tegangan tarik beton diberikan tulangan. Bambu dikenal memiliki sifat-sifat umum yang sangat menguntungkan untuk dimanfaatkan karena, batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Tetapi masih banyak keraguan untuk pemakaian bambu sebagai tulangan beton.

Keraguan pertama timbul karena lekatan antara bambu dan semen kurang baik, selain itu bambu sangat higroskopis, sedang kandungan air pada bambu sangat mempengaruhi kembang susut, yang lebih lanjut akan mempengaruhi lekatan antara bambu dan beton. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka pada penelitian ini dilakukan penambahan kait pada balok beton bertulangan bambu. Material yang digunakan sebagai kait bervariasi yaitu menggunakan bambu petung dan menggunakan kayu kamper sebagai jenis kait yang lain. Selain variasi tentang jenis dan jarak kait, percobaan ini juga

menggunakan variasi mutu beton yaitu 20 MPa dan 30 MPa serta variasi rasio tulangan 0,8% dan 1,6%.

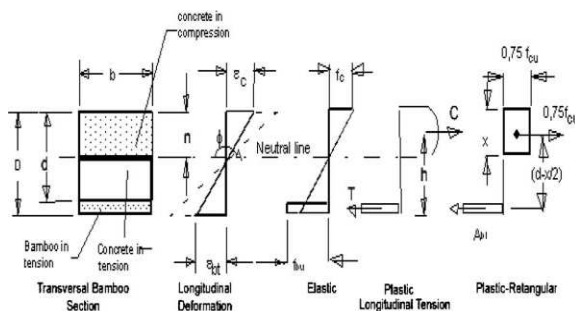
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Balok beton pada penelitian ini menggunakan beton normal dengan komposisi sebagaimana biasanya yaitu agregat kasar (split), agregat halus (pasir), semen dan air yang membedakan hanya pada tulangan nya yaitu menggunakan bambu jenis petung.

Bambu dirasa cocok sebagai pengganti tulangan baja karena bambu memiliki kuat tarik yang sangat tinggi, namun kelemahannya pada kuat lekat bambu itu sendiri dengan beton, sehingga diperlukan perkuatan pada sisi bambu agar mampu bekerja lebih maksimal.

Kuat lekat tulangan bambu yaitu kemampuan bambu untuk melekat pada beton dan bekerja menerima beban bersama. Menurut penelitian Rochman (2007) menunjukkan bahwa terdapat perbaikan kuat lekat tulangan yang cukup setelah bambu diberi perlakuan khusus seperti divernis atau bahkan dipilin. Hal tersebut menjadikan kadar air bambu dapat dijaga dan penyusutan dapat dicegah sehingga gaya gesek permukaan antara tulangan dengan beton menjadi lebih besar dan dapat dipertahankan.

Kuat lentur merupakan daya suatu bahan menahan beban yang bekerja tegak lurus sumbu tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap. Diagram tegangan regangan balok beton bertulangan bambu bisa dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Distribusi tegangan regangan balok bertulangan bambu.

Menurut Ghavami (2005), balok beton bertulangan bambu mengalami tahapan distribusi tegangan dan regangan seperti gambar diatas. Analisis balok bertulangan bambu menggunakan prinsip keseimbangan antara gaya tekan pada beton (C) dan tulangan bambu (T).

Gaya Tarik pada tulangan bambu (T) diperoleh dari hasil perkalian tegangan lekatan (*pull-out*) dengan luas bidang geser. Hal ini berdasarkan keruntuhan yang terjadi pada balok beton bertulangan bambu diakibatkan oleh hilangnya antara tulangan bambu dengan beton.

### 3. METODOLOGI

Penelitian ini diawali dari perancangan benda uji, karena banyaknya variabel pada penelitian ini maka digunakan metode statistika yaitu rancangan setengah faktorial dengan tujuan menghilangkan sebagian benda uji yang telah direncanakan, namun tetap memperhatikan keseimbangan masing-masing setiap variabel yang digunakan, dengan begitu hasil penelitian yang diperoleh nanti adalah benar. Rancangan benda uji dijelaskan pada **Tabel 1**. dan **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Variabel Penelitian

Faktor	Taraf	Keterangan
A (Mutu Beton)	a <sub>1</sub>	20 MPa -
	a <sub>2</sub>	30 MPa +
B (Jarak Kait)	b <sub>1</sub>	6 cm -
	b <sub>2</sub>	12 cm +
C (Rasio Tulangan)	c <sub>1</sub>	0,80% -
	c <sub>2</sub>	1,60% +
D (Jenis Kait)	d <sub>1</sub>	Bambu Petung -
	d <sub>2</sub>	Kayu Kamper +

Dengan asumsi:

1 = Taraf rendah (-)

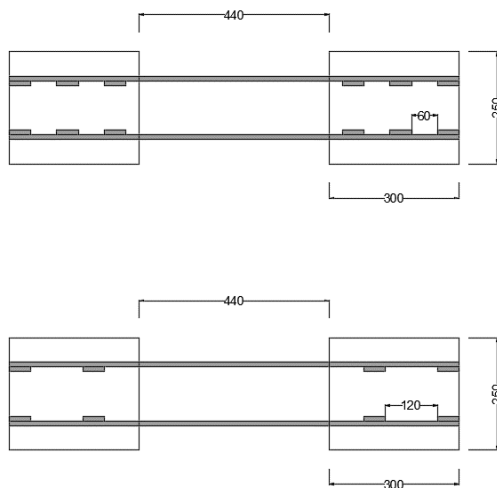
2 = Taraf tinggi (+)

**Tabel 2.** Rancangan Benda Uji

		a1		a2	
		b1	b2	b1	b2
c1	d1	+	-	-	+
	d2	-	+	+	-
c2	d1	-	+	+	-
	d2	+	-	-	+

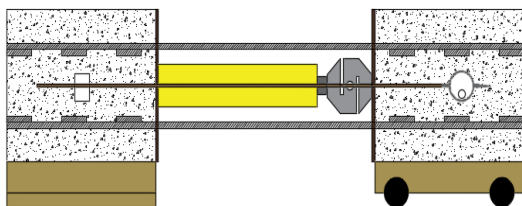
Benda uji balok yang akan dibuat adalah yang bertanda negatif pada tabel di atas dengan masing – masing benda uji akan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali agar data yang dihasilkan lebih akurat.

Benda uji *Pull-out* yang digunakan adalah sepasang balok beton dengan tulangan tertanam dimasing-masing sisi balok beton, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada **Gambar 2.** berikut ini.



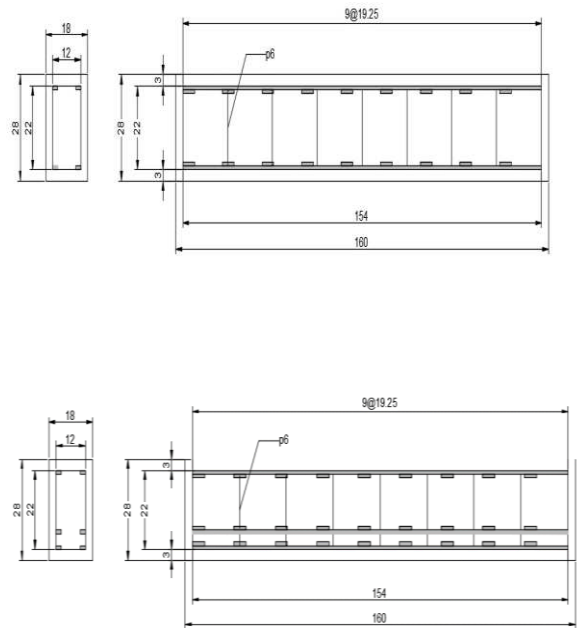
**Gambar 2.** Benda Uji *Pull-Out*

Sedangkan skema pengujian *pull-out* dapat dilihat pada **Gambar 3.**



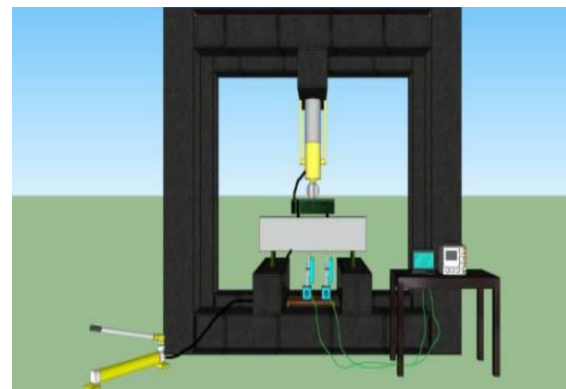
**Gambar 3.** Skema Pengujian *Pull-Out*

Benda uji balok yang akan dibuat yaitu dengan ukuran 18 x 28 x 160 cm lebih jelasnya bisa dilihat pada **Gambar 4.** berikut ini.



**Gambar 4.** Benda Uji Balok

Sedangkan skema pengujian kuat lentur dapat dilihat pada **Gambar 5.** berikut ini.



**Gambar 5.** Skema Pengujian Kuat Lentur

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. PENGUJIAN *PULL-OUT*

Pengujian pull out dilakukan untuk mencari beban maksimum yang akan digunakan untuk perhitungan tegangan lekatan antara tulangan bambu dengan

beton. Pengujian pull out juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari beberapa variasi yang dilakukan pada penelitian ini. Hasil perhitungan tegangan lekat untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 3.** berikut ini.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Tegangan Lekat Tulangan Bambu

N o	Kode Benda Uji Pull-Out	Gaya Cabut Per Batang (Kg)	Rata-Rata Gaya Cabut (Kg)	Tegangan Lekat (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Lekat (Mpa)
1	A1B1D1-1	1350	1187,5	3,299	0,330
	A1B1D1-2	1025			
2	A1B2D1-1	1075	1300	3,611	0,361
	A1B2D1-2	1525			
3	A1B1D2-1	1525	1675	4,653	0,465
	A1B1D2-2	1825			
4	A1B2D2-1	1775	1350	3,750	0,375
	A1B2D2-2	925			
1	A2B1D1-1	1325	1350	3,750	0,375
	A2B1D1-2	1375			
2	A2B2D1-1	1175	1275	3,542	0,354
	A2B2D1-2	1375			
3	A2B1D2-1	1675	1800	5,000	0,500
	A2B1D2-2	1925			
4	A2B2D2-1	950	1037,5	2,882	0,288
	A2B2D2-2	1125			

## 4.2. PENGUJIAN KUAT LENTUR

Pengujian balok beton sebagai balok dengan tumpuan sederhana yaitu sendi dan rol, kemudian diberi beban seperti pada skema pembebanan. Lendutan balok diperoleh dari pembacaan LVDT yang dipasang tepat di tengah bentang balok di bagian depan dan belakang. Pengujian ini menghasilkan nilai beban dan nilai lendutan yang terjadi pada balok tiap beban dinaikkan. Nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh balok dengan

berbagai variasi ditunjukkan pada **Tabel 4.** berikut ini.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Kuat Lentur

Benda Uji	P maks (kg)	Δmaks di Tengah Bentang (mm)
a1b2c1d1	1 6700	-30.99
	2 5550	-42.775
	3 5000	-50.265
a1b1c1d2	1 5800	-18.005
	2 6900	-33.74
	3 5950	-30.575
a1b1c2d1	1 7050	-28.395
	2 8500	-41.575
	3 8750	-34.84
a1b2c2d2	1 7500	-20.44
	2 8000	-31.33
	3 8500	-21.27
a2b1c1d1	1 4800	-43.32
	2 4750	-18.31
	3 5000	-19.735
a2b2c1d2	1 6200	-29.55
	2 5500	-31.27
	3 4200	-12.02
a2b2c2d1	1 6750	-66.85
	2 7500	-42.14
	3 7750	-38.5
a2b1c2d2	1 7550	-42.04
	2 8050	-32.66
	3 6200	-25.31

## 4.3. ANALISIS TEORITIS

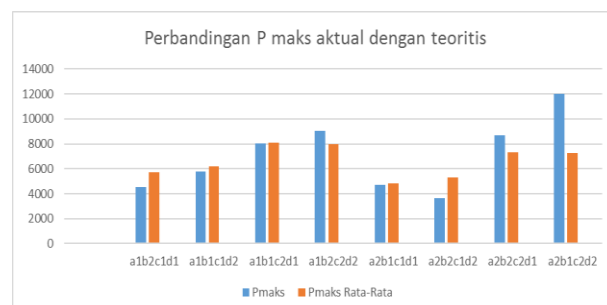
Analisis mengenai lentur yang terjadi pada balok beton bertulangan bambu yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan dasar dari penelitian yang dilakukan oleh Ghavami (2005). Gaya tekan yang ada pada beton (C) harus seimbang dengan gaya tarik yang ada pada tulangan bambu (T), sehingga keseimbangan gaya yang ada dapat terpenuhi. Gaya tarik pada tulangan bambu (T) didapatkan melalui perkalian antara

tegangan lekatan (pull out) dengan luas geser tulangan. Tegangan lekatan digunakan karena berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, keruntuhan balok beton bertulangan bambu diakibatkan oleh tegangan lekatan antara tulangan bambu dan balok beton yang hilang. Beban maksimum dengan berbagai variasi yang dapat dipikul oleh balok beton berdasarkan perhitungan secara teoritis ditampilkan pada **Tabel 5.** berikut ini.

**Tabel 5.** Hasil Perbandingan Teoritis dan Aktual

Kode Benda Uji	Pmaks	Pmaks Rata-Rata	KR %
	Teoritis (kg)	Aktual (kg)	
a1b2c1d1	4527,96	5700,00	20,56
a1b1c1d2	5748,80	6216,67	7,53
a1b1c2d1	8003,98	8100,00	1,19
a1b2c2d2	9035,84	8000,00	12,95
a2b1c1d1	4699,49	4850,00	3,10
a2b2c1d2	3639,11	5300,00	31,34
a2b2c2d1	8699,23	7300,00	19,17
a2b1c2d2	12026,38	7266,67	65,50

Berikut adalah grafik yang menunjukkan perbandingan hasil aktual dan teoritis.



**Gambar 6.** Grafik Perbandingan Beban Maksimum Teoritis dan Aktual

#### 4.4. ANALISIS ANOVA

Uji hipotesis dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidak interaksi antara variabel jarak dan jenis kait (Faktor BD) terhadap variabel terikat pada pengujian kuat lentur balok bertulangan bambu dengan kait. Uji hipotesis yang digunakan menggunakan metode analisis variansi (ANOVA).

**Tabel 6.** Hasil Uji ANOVA

Perilaku	JK	DB	KT	f hitung	F tabel 5%	Keterangan
Pengaruh Utama						
B	2604,167	1	2604,167	0,001	4,35	FALSE
D	230104,167	1	230104,167	0,112	4,35	FALSE
Interaksi						
BD	30104,167	1	30104,167	0,015	4,35	FALSE
Galat	41029583,333	20	2051479,167			
Total	41292395,833	23				

Dari uji ANOVA di atas didapatkan hasil sebagai berikut.

*level of significance* ( $\alpha$ ) = 0,05

$$F_{\text{tabel}} = 4,35$$

$$F_{\text{hitung}} = 0,015$$

$F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}} = H_0$  diterima ;  $H_1$  ditolak

Artinya Interaksi antara Jarak Kait dengan Jenis Kait sangat kecil dan tidak signifikan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. KESIMPULAN

Dengan menggunakan level of significance ( $\alpha$ )= 0,05 diperoleh nilai  $F_{\text{tabel}}$ =



$F_{0,005; 3; 23} = 4,35$ . Karena nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  ( $0,015 < 4,35$ ), maka  $H_0$  diterima. Sehingga tidak terdapat interaksi antara variasi jarak kait dan jenis kait pada tulangan bambu dengan kait terhadap kuat lentur balok bertulangan bambu. Untuk  $F_{hitung}$  sebesar 0,015 maka didapatkan level of significance ( $\alpha$ ) untuk pengaruh utama Faktor BD adalah 0,97.

## 5.2. SARAN

Memperhatikan variabel yang digunakan, diharapkan seimbang agar hasil pengujian tidak terlalu timpang. Penggunaan material lain sebagai coating atau pelapis tulangan bambu. Memperhatikan kapasitas alat yang akan digunakan dalam pengujian.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Ghavami, K. 2005. Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Element. Journal of

Cement & Concrete Composites. XXVII: 637-649.

Morisco. 1999. Rekayasa Bambu. Yogyakarta: Nafiri Offset.

Nawy, E.G. 1998. Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar. Cetakan II. Terjemahan Bambang Suryatmono. Bandung: PT. Refika Aditama.

Suryadi, H., Agung, M.T., & Bangun, E.B. 2013. Pengaruh Modifikasi Tulangan Bambu Gombong Terhadap Kuat Cabut Bambu Pada Beton. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7): 229-236. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.